

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb which performs solution treatment to an aluminum material, gives a plastic strain after an appropriate time, fabricates the back end regio oralis, and is made into liner shape.

[Claim 2]A manufacturing method of a liner made from aluminum of the bomb according to claim 1 given by ironing said plastic strain by board thickness percentage reduction of not less than 50% at ordinary temperature or temperature beyond it.

[Claim 3]A manufacturing method of a liner made from aluminum of the bomb according to claim 1 given by ironing said plastic strain at temperature more than 125 degreeC.

[Claim 4]A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb which produces the deposit effect in an aluminum material by controlling and applying heat supply at the time of resin curing of a post process to a liner made from aluminum which gave and manufactured a plastic strain after performing solution treatment to an aluminum material.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the manufacturing method of the liner made from aluminum (an aluminum alloy is included) of a bomb.

[0002]

[Description of the Prior Art]As a bomb, there is a natural gas gas bomb for cars, for example. A bomb has various things, such as iron things and a thing (filament winding) which twisted the textiles for strengthening around the outside surface of the liner made from aluminum. JP,6-63681,A is indicating the manufacturing method of the liner made from aluminum of a bomb. There, drawing processing is performed to aluminum alloy extraction material, solution treatment of this drawing processing material is carried out, by performing impact processing after that, it fabricates to a closed-end cylinder body, and tubulure is formed by the die forging between the colds after that, aging treatment is carried out, and a small bomb is manufactured. Solution treatment is performed for the purpose of improvement in impact processing nature, and is not a thing aiming at the

intensity (proof stress) rise of a container. Generally the manufacturing method of the liner made from aluminum of a bomb, As conventionally shown in drawing 8, it is manufactured by the process of closing and fabricating a port part, fabricating the raw material 1 which consists of an aluminum seamless pipe in liner shape, performing solution treatment (for example, 520 °C x 2Hr), and performing aging treatment (for example, 180 °C x 6Hr) further. Although there is only proof stress (0.2% proof stress) of only about 145 MPa(s), it goes up by solution treatment to about 280 MPa(s) by aging treatment. Therefore, the aging treatment after solution treatment is indispensable because of the improvement in proof stress in a conventional method.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there is the following problem in the conventional method.

** Even if it raises proof stress by aging treatment, they are only about 280 MPa(s).

** Aging treatment requires great time and work compared with other processes. For example, although the solution treatment of an aluminum material takes about 2 hours, aging treatment takes about 6 hours. Therefore, when aging treatment occurs, complication of the increase of increase of working hours and a process and manufacture is caused.

** That it is difficult to optimize raw material board thickness by complication of manufacture, when the proof stress which comes out by prescription is only about 280 MPa(s), board thickness became thick and has caused the increase of weight, and a cost hike.

** Modification by solution treatment will remain in the final shape of a container.

The purpose of this invention is to provide the manufacturing method of the liner made from aluminum of a bomb which can improve proof stress, can abolish aging treatment and can be processed with high precision without leaving modification of the container by solution treatment.

[0004]

[Means for Solving the Problem] This invention which attains the above-mentioned purpose is as follows.

- (1) A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb which performs solution treatment to an aluminum material, gives a plastic strain after an appropriate time, fabricates the back end regio oralis, and is made into liner shape.
- (2) A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb given in (1) given by ironing said plastic strain by board thickness percentage reduction of not less than 50% at ordinary temperature or temperature beyond it.
- (3) A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb given in (1) given by ironing said plastic strain at temperature more than 125 degreeC.
- (4) A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb which produces the deposit effect in an aluminum material by controlling and applying heat supply at the time of resin curing of a post process to a liner made from aluminum which gave and

manufactured a plastic strain after performing solution treatment to an aluminum material.

[0005]After solution treatment, by giving a plastic strain, proof stress can be raised compared with proof stress acquired by the conventional aging treatment after solution treatment, and, in a manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb of the above (1), prescription after solution treatment becomes unnecessary. Working hours and rating decrease and a decrease of a process and a manufacturing method are simplified by prescription abolition. Without the ability to send [final shape's being made, without giving excessive thickness at a plastic strain grant process by the simplification of a manufacturing method, and] proof stress by a plastic strain grant process more than improvement in proof stress by the conventional prescription more, Optimization of board thickness and reduction can be aimed at and weight reduction and a cost cut can be aimed at. Modification of a container produced by solution treatment can all process it with high precision to final shape of a container, when right set by plastic strain grant. Proof stress of about 320 or more MPa can be attained at a plastic strain grant process by a method of of the above (2) and (3). A manufacturing method of a liner made from aluminum of a bomb of the above (4), By controlling and applying heat supply at the time of resin curing of a post process after manufacture by a method of the above (1), in an aluminum material, are the deposit effect the method of producing and by this deposit effect. Compared with proof stress (proof stress acquired by a method of the above (1)) acquired by plastic strain grant, proof stress can be raised further.

[0006]

[Embodiment of the Invention]Drawing 1 shows the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 1st example of this invention to process order, Drawing 2 shows the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 2nd example of this invention to process order, Drawing 3 is shown in process order and the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 3rd example of this invention drawing 4, The relation of the board thickness percentage reduction, working temperature, and proof stress in the 1st - the method of the 3rd example of this invention is shown, Drawing 5 shows the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 4th example of this invention to process order, and the graph shows that the proof stress of drawing 6 and drawing 7 of an aluminum material improves further according to the 4th example of this invention. The same agreement is given to the portion similar to any example of this invention among the figure covering all the examples of this invention.

[0007]First, a portion similar to any example of this invention is explained, for example with reference to drawing 1, drawing 4, and drawing 5. The liner 11 made from aluminum of a bomb is a liner made from aluminum of the natural gas bomb for cars, for example. The shape of the liner 11 made from aluminum is a joint-less liner which consists of the body 12 and the hemispherical part 13 of the both ends, for example. The fiber reinforced 15 for FRP is wound around the liner made from aluminum of a bomb by a body or all the

peripheries after production, and impregnate with these textiles, and it makes them heat and harden resin (thermosetting resin), and let it be a bomb.

[0008]The manufacturing method of the liner 11 made from aluminum of the bomb of this invention example has the process 101 of performing solution treatment to the aluminum material 10, the process 102 of giving a plastic strain after an appropriate time, and the process 103 that fabricates the back end regio oralis 14 (mouth closing shaping), and is made into liner shape. The manufacturing method of the liner 11 made from aluminum of the bomb of this invention example, The process 104 of rolling and (winding) making the fiber reinforced 15 for FRP (filament) the liner 11 made from aluminum which gave and manufactured the plastic strain after performing solution treatment, The process 105 which produces the deposit effect and raises aluminum material intensity in an aluminum material [heat supply / at the time of the resin curing which these textiles 15 are impregnated with the resin (thermosetting resin, for example, an epoxy resin) 16, and is heated and stiffened / liner / 11 / made from aluminum], It may have.

[0009]The manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of this invention example has the offer process 100 of the aluminum material 10 before degree [solution chemically-modified] 101. The aluminum material 10 is supplied to the solution treatment process 101 with the gestalt of pipe shape or the pipe shape by which the end was closed. The aluminum material of the liner 11 made from aluminum is desirable precipitation-hardening type material composition (aluminum-Mg-Si alloy) like JIS6000 system, for example, is A6061. The aluminum material 10 is **, for example, a seamless pipe, for a joint-less raw material. Solution treatment is performed by carrying out 520 ** - 530 **x2Hr heating, and, for example, quenching the aluminum material 10 subsequently. The proof stress of the aluminum material after solution treatment is about 145 MPa(s).

[0010]Grant of a plastic strain is ironing (plastic working accompanied by change of the board thickness of a raw material) changed to the part (the example of a graphic display body 12) or all the raw material board thickness of a raw material, for example. In the grant process of a plastic strain, the 0.2% proof stress of 320 or more MPa is acquired depending on the grant conditions of a plastic strain. 320MPa is 14% rises compared with the proof stress of 280MPa by the conventional aging treatment after solution treatment. in order to search for the grant conditions of a plastic strain suitable for the improvement in intensity (proof stress), various working temperature and the amounts of strains were boiled and changed, and the examination which searches for proof stress (0.2% proof stress) was done. Working temperature was changed to ordinary temperature (cold work), 100-125degreeC, 125-150degreeC, and 150-175 degreeC. Board thickness percentage reduction was changed to 15%, 35%, 55%, and 75%. A result is shown in drawing 4.

[0011]Compared with cold work, improvement in big proof stress is found for the direction of processing between **, and improvement in proof stress is found also by a plastic strain small moreover so that drawing 4 may show. If a plastic strain is made into board thickness percentage reduction and it is made to not less than 50%, the big improvement in proof stress also between the colds will be found. It is thought that the reason the

improvement in proof stress is obtained is based on work hardening, and also it is because the phenomenon near prescription has arisen by the thermogeneration in the raw material at the time of processing.

[0012]As for plastic strain grant, in order to acquire the 0.2% proof stress of 320 or more MPa so that drawing 4 may show, it is desirable to be carried out by the board thickness percentage reduction of not less than 50% giving a plastic strain at ordinary temperature or the temperature beyond it, or giving a plastic strain at the temperature more than 125 degreeC. Here, board thickness percentage reduction is defined as $x(\text{board thickness before} / (\text{board thickness after the board thickness-reduction before reduction}) \text{ reduction}) 100\%$. The proof stress acquired when aging treatment (for example, 180 **x6Hr) is performed after [usual] solution treatment (for example, 500 **x2Hr) is about 280 MPa(s) (it changes a little with processing conditions), doubles it and is shown in drawing 4.

[0013]The shaping (mouth closing shaping) process 104 is performed after ironing, for example, depends the port part 14 on spinning. Aging treatment is not performed after ironing. Therefore, the aging treatment process which was necessity conventionally is removed from the manufacturing process of the container.

[0014]To the liner 11 made from aluminum which gave and manufactured the plastic strain after performing solution treatment, it is a fiber reinforced for FRP (with a filament.) at the process 104. For example, roll the textiles 15, such as carbon, glass, and aramid, and the thermosetting resin 16 (for example, epoxy resin) for the textiles 15 at the process 105 being impregnated, heating, and when making it harden, By producing the deposit effect in an aluminum material [heat supply / at the time of resin curing] using the heat for resin curing, For example, material strength is raised by depositing compounds (for example, Mg_2Si or the intermediate compound to that), such as Mg, Si, and Zn. The relation of the quantity of heat (temperature x time) and aluminum material intensity (0.2% proof stress) which are supplied to the aluminum material in the case of supplying quantity of heat to an aluminum material using heating at the time of resin curing is as being shown in drawing 6. When temperature is 180 **, time is made into about 2 to 4 hours (if it is more than it, material proof stress may decline by overaging), and when temperature is 150 **, time is made into 6 hours for about 4 hours or more, for example. When temperature is lower than 120 **, quantity-of-heat feed time becomes long too much, and it stops being suitable for production. Therefore, when controlling and applying the heat supply at the time of resin curing, temperature shall be 120 ** - 200 **, temperature shall be 150 ** - 180 ** desirably, and time is set to 2 - 8Hr, and it lessens quantity-of-heat feed time, so that temperature is high.

[0015]Below, an operation of the above-mentioned portion similar to any example of this invention is explained. In the manufacturing method of the liner 11 made from aluminum of the above-mentioned bomb. Compared with the proof stress (280MPa) acquired by the conventional aging treatment after solution treatment by giving a plastic strain after solution treatment depending on the method of grant of a plastic strain in the aluminum material 10, proof stress can be raised to 320 or more MPa, and the prescription after

solution treatment can be abolished. When aging treatment is performed after plastic strain grant, proof stress may decline conversely just like the proof stress acquired by the conventional aging treatment. Working hours and rating decrease and the decrease of a process and a manufacturing method are simplified by prescription abolition. Without the ability to send [final shape's being made, without giving excessive thickness at a plastic strain grant process by the simplification of a manufacturing method, and] proof stress by a plastic strain grant process more than the improvement in proof stress by the conventional prescription more, Optimization of board thickness and reduction can be aimed at and weight reduction and a cost cut can be aimed at.

[0016]When the physical characteristic the case where purchased the commercial tank and the natural gas bomb for cars is manufactured, and at the time of manufacturing the natural gas bomb for cars by this invention example method is compared, it comes to be shown in Table 1.

[0017]

[Table 1]

[0018]As shown in Table 1, by giving the plastic strain after solution treatment, By allowing it for the accuracy of a product to become good, to draw through and to fabricate at a process to the last board thickness, since material strength's being able to improve and heat treatment with a product configuration become unnecessary (it is not necessary to consider it as excessive board thickness), The container drum part which becomes the largest in generating stress can decrease from 8.4 mm to 3.0 mm, and no less than -61% of weight reduction and material cost reduction can be aimed at. Since a long time becomes unnecessary [required aging treatment], manufacture time can be shortened and cost reduction can be measured.

[0019]When making the liner 11 made from aluminum which gave and manufactured the plastic strain produce the deposit effect and raising material strength to it [heat supply / at the time of resin curing] after performing solution treatment, As shown in drawing 6 and drawing 7, proof stress is able to raise 350 or more MPa 0.2%, and proof stress improved further compared with the 0.2% proof stress of 320 or more MPa of the 1st - the 3rd example of this invention. As compared with 280MPa of 0.2% proof stress which performed the conventional aging treatment after solution treatment, this. Not less than 14% of proof stress rise was obtained by 320MPa of the ironing after solution treatment, and 25% of proof stress rise was obtained by 350MPa by the ironing after solution treatment, and precipitation hardening by the heating use at the time of subsequent resin curing.

[0020]Below, a portion peculiar to each example of this invention is explained. The 1st example of this invention is the high intensity container manufacturing method which used the pipe material. As shown in drawing 1, in the 1st example of this invention the raw material supply process 100, It consists of a process of supplying the aluminum material 10 of an aluminum seamless pipe, Solution treatment is performed at the process 101 by this

state, ironing is performed at the process 102, mouth closing processing is performed to one end by spinning by the forming cycle 103, and, subsequently to the other end, mouth closing processing is performed by spinning. In the 1st example of this invention, since a pipe material is used, acquisition of a raw material can provide a joint-less raw material easily.

[0021]The 2nd example of this invention is the high intensity container manufacturing method which used the plate. As shown in drawing 2, in the 2nd example of this invention the raw material supply process 100, It consists of a process of carrying out draw forming of the aluminum plate material to the mold without a joint which is not followed by spinning or press working of sheet metal, and supplying the aluminum material 10, Solution treatment is performed at the process 101 by this state, ironing is performed at the process 102, and mouth closing processing is performed to an open end by spinning by the forming cycle 103. A raw material is cheap, acquisition is easy, and since a plate is used, it fabricates in the 2nd example of this invention, and a joint-less raw material can be easily provided in it.

[0022]The 3rd example of this invention is the high intensity container manufacturing method which used the bar. As shown in drawing 3, in the 3rd example of this invention the raw material supply process 100, It consists of a process of fabricating aluminium-bars material in the mold without a joint which is not followed with reverse extrusion shaping (put in a bar in a mold and fabricate by pushing punch on a bar to the side which does not extrude and follow a raw material to the crevice between a punch and a mold back), and supplying the aluminum material 10, Solution treatment is performed at the process 101 by this state, ironing is performed at the process 102, and mouth closing processing is performed to an open end by spinning by the forming cycle 103. A raw material is cheap, acquisition is easy, and since a bar is used, it fabricates in the 3rd example of this invention, and a joint-less raw material can be easily provided in it.

[0023]The 4th example of this invention at the liner 11 made from aluminum manufactured in the 1st - the 3rd example of this invention. As shown in drawing 5, roll a filament at the process 104, and while impregnating with resin and making it heat and harden at the process 105, the heat at the time of heating of resin curing is used, It is a high intensity container manufacturing method which raises material strength by heating an aluminum material and depositing compounds, such as Mg, Si, and Zn, in an aluminum material. The quantity of heat of aluminum heating at the process 105 is $180^{\circ}\text{C} \times 2 - 4\text{Hr}$ or $150^{\circ}\text{C} \times 6 - 8\text{Hr}$, for example. As this showed to drawing 6 and drawing 7, the material proof stress of about 350 MPa was acquired by precipitation hardening, and 25% of improvement in proof stress was attained compared with 280MPa in the case of being the conventional aging treatment after solution treatment.

[0024]

[Effect of the Invention]After solution treatment, by giving a plastic strain, proof stress can be raised compared with the proof stress acquired by the conventional aging treatment, and, according to the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb

of claim 1, the prescription after solution treatment becomes unnecessary. Working hours and rating decrease and the decrease of a process and a manufacturing method are simplified by prescription abolition. Without the ability to send [final shape's being made, without giving excessive thickness at a plastic strain grant process by the simplification of a manufacturing method, and] proof stress by a plastic strain grant process more than the improvement in proof stress by the conventional prescription more, Optimization of board thickness and reduction can be aimed at and weight reduction and a cost cut can be aimed at. Modification of the container produced by solution treatment can all process it with high precision to the final shape of a container, when right set by plastic strain grant. Since according to the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of claim 2 a plastic strain is given at ordinary temperature or the temperature beyond it and not less than 50% of board thickness reduction is given by ironing, the proof stress of about 320 or more MPa can be acquired at a plastic strain grant process. Since a plastic strain is given by ironing at the temperature more than 125 degreeC according to the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of claim 3, the proof stress of about 320 or more MPa can be acquired at a plastic strain grant process. Since the heat supply at the time of the resin curing of a post process is controlled and applied according to the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of claim 4, The deposit effect can be produced in an aluminum material and the proof stress of an aluminum material can be further raised by this deposit effect compared with the proof stress (proof stress acquired by the method of claim 1) acquired by plastic strain grant.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is process drawing of the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is process drawing of the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 2nd example of this invention.

[Drawing 3] It is process drawing of the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 3rd example of this invention.

[Drawing 4] It is a graph which shows the relation between working temperature, the amount of strains (board thickness percentage reduction), and 0.2% proof stress.

[Drawing 5] It is process drawing of the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 4th example of this invention.

[Drawing 6] It is a graph of the test result which shows a relation with the retention time of the 0.2% proof stress and each temperature of the aluminum material in the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 4th example of this invention.

[Drawing 7] It is a graph which shows the material proof stress acquired with the manufacturing method of the liner made from aluminum of the bomb of the 4th example of this invention as compared with the material proof stress acquired by the material proof stress and solution treatment which are obtained by strain grant.

[Drawing 8] It is process drawing of the manufacturing method of the liner made from aluminum of the conventional bomb.

[Description of Notations]

- 10 Aluminum material
- 11 The liner made from aluminum
- 12 Body
- 13 Hemispherical part
- 14 Port part
- 15 Fiber reinforced (filament)
- 16 Resin
- 100 The offer process of an aluminum material
- 101 A solution chemically-modified degree
- 102 Plastic strain grant process
- 103 Molding-containers process
- 104 Filament winding process
- 105 Resin heating and a curing process (process with precipitation hardening of an aluminum material)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-233245
(P2000-233245A)

(43) 公開日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
B 2 1 D 51/24		B 2 1 D 51/24	
22/28		22/28	G
B 2 1 K 21/14		B 2 1 K 21/14	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-345451

(22) 出願日 平成11年12月3日 (1999.12.3)

(31) 優先権主張番号 特願平10-346473

(32) 優先日 平成10年12月7日 (1998.12.7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 井下 寛史

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100083091

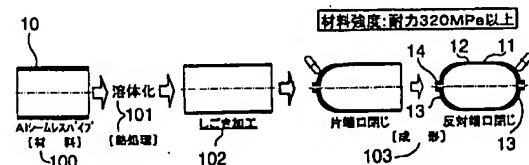
弁理士 田淵 経雄

(54) 【発明の名称】 高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 耐力を向上できるとともに時効処理を廃止できる高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法の提供。

【解決手段】 (1) アルミニウム素材10に溶体化処理を施し、しかる後塑性ひずみを付与し、その後端口部を成形してライナー形状にする高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。(2) 塑性ひずみは、常温かそれ以上の温度で50%以上の板厚減少率をしごき加工で付与する。(3) 塑性ひずみは、125°C以上の温度でしごき加工することで付与する。(4) 溶体化処理を施した後塑性ひずみを付与して製造したアルミニウム製ライナー11に、後工程での樹脂硬化時の加熱を利用して、アルミニウム材料に析出効果を生じさせアルミニウム材料強度を高めるアルミニウム製ライナーの製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウム素材に溶体化処理を施し、しかる後塑性ひずみを付与し、その後端口部を成形してライナー形状にする高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

【請求項2】 前記塑性ひずみは、常温かそれ以上の温度で50%以上の板厚減少率にてしごき加工することで付与する請求項1記載の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

【請求項3】 前記塑性ひずみは、125°C以上の温度でしごき加工することで付与する請求項1記載の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

【請求項4】 アルミニウム素材に溶体化処理を施した後塑性ひずみを付与し製造したアルミニウム製ライナーに、後工程の樹脂硬化時の供給熱量を制御し加えることによりアルミニウム材料中に析出効果を生じさせる、高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧ガス容器のアルミニウム（アルミニウム合金を含む）製ライナーの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高圧ガス容器として、たとえば自動車用天然ガスガスボンベがある。高圧ガス容器は鉄製のものの、アルミニウム製ライナーの外面に強化用繊維を巻き付けたもの（フィラメントワインディング）など、種々のものがある。特開平6-63681号は、高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法を開示している。そこでは、アルミニウム合金抽出材に抽伸加工を施し、この抽伸加工材を溶体化処理し、その後インパクト加工を施すことにより有底円筒体に成形し、その後冷間型鍛造によりガス取出口を形成し、時効処理して、小型高圧ガス容器が製造される。溶体化処理は、インパクト加工性の向上を目的として施され、容器の強度（耐力）アップを目的としたものではない。一般に、高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法は、従来、図8に示すように、アルミニウムシームレスパイプからなる素材1を、端口部を閉じ成形してライナー形状に成形し、溶体化処理（たとえば、520°C×2Hr）を施し、さらに時効処理（たとえば、180°C×6Hr）を施す、工程により製造される。溶体化処理では耐力（0.2%耐力）が約145MPaしかないが時効処理で約280MPaに上がる。そのため、従来法では、耐力向上のために、溶体化処理後の時効処理は必須である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来方法では、つぎの問題がある。

① 時効処理で耐力を上げて約280MPaに過ぎない

い。

② 時効処理は、他工程に比べて多大の時間と作業を要する。たとえば、アルミニウム素材の溶体化処理には約2時間を要するが、時効処理には約6時間を要する。したがって、時効処理があることによって、作業時間の増大、工程増、製造の複雑化を招く。

③ 製造の複雑化により素材板厚を最適化することが困難であること、および時効で出る耐力が約280MPaに過ぎないこと、などにより、板厚が厚くなり、重量増、コストアップを招いている。

④ 溶体化処理による変形が容器の最終形状に残ってしまう。

本発明の目的は、耐力を向上でき、時効処理を廃止でき、溶体化処理による容器の変形を残さずに高精度に加工できる、高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明は、つぎの通りである。

（1） アルミニウム素材に溶体化処理を施し、しかる後塑性ひずみを付与し、その後端口部を成形してライナー形状にする高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

（2） 前記塑性ひずみは、常温かそれ以上の温度で50%以上の板厚減少率にてしごき加工することで付与する（1）記載の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

（3） 前記塑性ひずみは、125°C以上の温度でしごき加工することで付与する（1）記載の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

（4） アルミニウム素材に溶体化処理を施した後塑性ひずみを付与し製造したアルミニウム製ライナーに、後工程の樹脂硬化時の供給熱量を制御し加えることによりアルミニウム材料中に析出効果を生じさせる、高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法。

【0005】上記（1）の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法では、溶体化処理後、塑性ひずみを付与することにより、従来の溶体化処理後時効処理で得られた耐力に比べて耐力を向上させることができ、溶体化処理後の時効が不要となる。時効廃止により、作業時間、作業量が減少され、工程減、製造方法が単純化される。また、製造方法の単純化により塑性ひずみ付与工程で余分の厚みをつけることなく最終形状に仕上げるができること、および塑性ひずみ付与工程で従来の時効による耐力向上以上に耐力を出すことができること、により、板厚の最適化、低減をはかることができ、重量低減、コストダウンをはかることができる。また、溶体化処理により生じる容器の変形が、塑性ひずみ付与により矯正されることにより容器の最終形状まで残らず、高精度に加工できる。上記（2）、（3）の方法により、

塑性ひずみ付与工程で約 320MPa 以上の耐力を達成できる。上記(4)の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法は、上記(1)の方法による製造後に、後工程の樹脂硬化時の供給熱量を制御し加えることによりアルミニウム材料中に析出効果を生じさせる方法であり、この析出効果により、塑性ひずみ付与で得られた耐力(上記(1)の方法で得られた耐力)に比べて、耐力をさらに向上させることができる。

【0006】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法を工程順に示しており、図2は本発明の第2実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法を工程順に示しており、図3は本発明の第3実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法を工程順に示しており、図4は、本発明の第1～第3実施例の方法における板厚減少率、加工温度と耐力との関係を示しており、図5は本発明の第4実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法を工程順に示しており、図6、図7は本発明の第4実施例によりアルミニウム材料の耐力がさらに向上されることをグラフで示している。図中、本発明の何れの実施例にも共通または類似する部分には、本発明のすべての実施例にわたって同じ符号を付してある。

【0007】まず、本発明の何れの実施例にも共通または類似する部分を、たとえば、図1、図4、図5を参照して、説明する。高圧ガス容器のアルミニウム製ライナー11は、たとえば自動車用天然ガスボンベのアルミニウム製ライナーである。アルミニウム製ライナー11の形状は、たとえば円筒部12とその両端部の半球状部13とからなる継目無しライナーである。高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーは、作製後、円筒部または全外周にFRP用強化繊維15を巻かれ、該繊維に樹脂(熱硬化性樹脂)を含浸させ、加熱し硬化させて高圧ガス容器とされる。

【0008】本発明実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナー11の製造方法は、アルミニウム素材10に溶体化処理を施す工程101と、しかる後塑性ひずみを付与する工程102と、その後端口部14を成形(口閉じ成形)してライナー形状にする工程103と、を有する。本発明実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナー11の製造方法は、溶体化処理を施した後塑性ひずみを付与して製造したアルミニウム製ライナー11に、FRP用強化繊維(フィラメント)15を巻き(ワインディング)する工程104と、該繊維15に樹脂(熱硬化性樹脂、たとえば、エポキシ樹脂)16を含浸させ加熱・硬化させる樹脂硬化時の供給熱量をアルミニウム製ライナー11に制御し加えてアルミニウム材料中に析出効果を生じさせアルミニウム材料強度を向上させる工程105を、有していてもよい。

【0009】本発明実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法は、溶体化工程101の前にアルミニウム素材10の提供工程100を有する。アルミニウム素材10は、パイプ状、または一端が閉じられたパイプ状の形態で溶体化処理工程101に供給される。アルミニウム製ライナー11のアルミニウム材料は、望ましくはJIS6000系のような析出硬化型の材料組成(Al-Mg-Si合金)であり、たとえばA6061である。また、アルミニウム素材10は、継目なし素材であり、たとえばシームレスパイプである。溶体化処理は、たとえば、アルミニウム素材10を520℃～530℃×2Hr加熱しついで急冷することにより行う。溶体化処理後のアルミニウム材料の耐力は約145MPaである。

【0010】塑性ひずみの付与は、たとえば、素材の一部分(図示例では円筒部12)または全部の、素材板厚まで変化させる、しごき加工(素材の板厚の変化を伴う塑性加工)である。塑性ひずみの付与工程において、塑性ひずみの付与条件によっては、320MPa以上の0.2%耐力が得られる。320MPaは、従来の溶体化処理後時効処理による280MPaの耐力に比べて、14%アップである。強度(耐力)向上に適する塑性ひずみの付与条件を求めるために、加工温度、ひずみ量を種々に変えて、耐力(0.2%耐力)を求める試験を行った。加工温度は、常温(冷間加工)、100～125℃、125～150℃、150～175℃に変化させた。また、板厚減少率は15%、35%、55%、75%に変化させた。結果を図4に示す。

【0011】図4からわかるように、温間での加工の方が冷間加工に比べて大きな耐力の向上が見られ、しかも小さな塑性ひずみでも耐力の向上が見られる。また、塑性ひずみを板厚減少率にして50%以上にすると、冷間でも大きな耐力向上が見られる。耐力向上が得られる理由は、加工硬化による他、加工時の素材中の熱発生により時効に近い現象が生じているからであると考えられる。

【0012】図4からわかるように、320MPa以上の0.2%耐力を得るために、塑性ひずみ付与は、常温かそれ以上の温度で50%以上の板厚減少率で塑性ひずみを付与するか、あるいは125℃以上の温度で塑性ひずみを付与することにより行われることが望ましい。ここで、板厚減少率は、(減少前の板厚-減少後の板厚)/減少前の板厚×100%として定義される。また、通常の、溶体化処理(たとえば、500℃×2Hr)後に時効処理(たとえば、180℃×6Hr)を行った場合に得られる耐力は約280MPa(処理条件により若干異なる)であり、図4にそれを合わせ示してある。

【0013】端口部14を成形(口閉じ成形)工程104は、しごき加工後に行われ、たとえば、スピニング加

工による。しごき加工後には、時効処理は施されない。したがって、容器の製造工程から、従来必要であった時効処理工程が除去されている。

【0014】溶体化処理を施した後塑性ひずみを付与して製造したアルミニウム製ライナー11に、工程104でFRP用強化繊維（フィラメントで、たとえばカーボン、ガラス、アラミド等の繊維）15を巻き、工程105で繊維15に熱硬化性樹脂16（たとえば、エポキシ樹脂）を含浸、加熱・硬化させる場合は、樹脂硬化時の供給熱量を制御し加え、樹脂硬化のための熱を利用して、アルミニウム材料中に析出効果を生じさせることにより、たとえばMg、Si、Zn等の化合物（たとえば、Mg₂Si、またはそれへの中間化合物）を析出させることにより、材料強度を高める。樹脂硬化時の加熱を利用してアルミニウム材料に熱量を供給する場合、アルミニウム材料に供給される熱量（温度×時間）とアルミニウム材料強度（0.2%耐力）との関係は図6に示す通りである。温度が180℃の場合は時間は約2～4時間とし（それ以上だと、過時効により材料耐力が低下する場合がある）、温度が150℃の場合は時間は約4時間以上、たとえば6時間とする。温度が120℃より低いと熱量供給時間が長くなり過ぎて生産に適しなくなる。したがって、樹脂硬化時の供給熱量を制御し加える場合、温度は120℃～200℃とし、望ましくは温度を150℃～180℃とし、時間は2～8Hrとし、

温度が高いほど熱量供給時間を少なくする。

【0015】つぎに、本発明の何れの実施例にも共通または類似する上記部分の作用を説明する。上記の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナー11の製造方法では、アルミニウム素材10を溶体化処理後、塑性ひずみを付与することにより、塑性ひずみの付与の仕方によっては、従来の溶体化処理後時効処理で得られた耐力（280MPa）に比べて耐力を320MPa以上に向上させることができ、溶体化処理後の時効を廃止できる。塑性ひずみ付与後に時効処理を施すと逆に耐力が従来の時効処理で得られる耐力並みに低下してしまうことがある。時効廃止により、作業時間、作業量が減少され、工程減、製造方法が単純化される。また、製造方法の単純化により塑性ひずみ付与工程で余分の厚みをつけることなく最終形状に仕上げるができること、および塑性ひずみ付与工程で従来の時効による耐力向上以上に耐力を出すことができること、により、板厚の最適化、低減をはかることができ、重量低減、コストダウンをはかることができる。

【0016】市販タンクを購入して自動車用天然ガスボンベを製造した場合と、本発明実施例方法により自動車用天然ガスボンベを製造した場合の物理的特性を比較すると、表1に示すようになる。

【0017】

【表1】

		従来の製造法利用 (内圧250MPaに対する容器の諸元)	本発明方法利用
アルミライナー	強度	280MPa	320MPa (+14%)
	肉厚	8.4mm	3.0mm
	重量	46.2kg	18.0kg (-61%)
CFRP	肉厚	15mm	14mm
	重量	24.1kg	20.7kg (-14%)
全体重量		70.0kg	38.7kg (-45%)
内容積		138L	142L (+3%)

【0018】表1からわかるように、溶体化処理後塑性ひずみを付与することにより、材料強度が向上できると、製品形状での熱処理が不要となるため製品の精度が

良好となりしごき工程で最終板厚に成形することが許されること（余分の板厚とする必要がない）により、発生応力が最も大きくなる容器胴部が8.4mmから3.0

mmに減少でき、-61%もの重量軽減、材料コスト低減をはかることができる。また、長時間が必要である時効処理が不要となるため、製作時間が短縮でき、かつコスト低減をはかることができる。

【0019】また、溶体化処理を施した後塑性ひずみを付与して製造したアルミニウム製ライナー11に、樹脂硬化時の供給熱量を制御し加え、析出効果を生じさせて材料強度を高める場合は、図6、図7に示すように、0.2%耐力が350MPa以上に向上させることが可能であり、本発明の第1～第3実施例の320MPa以上の0.2%耐力に比べて、さらに耐力が向上された。これを、従来の溶体化処理後時効処理を施した0.2%耐力の280MPaと比較すると、溶体化処理後しごき加工の320MPaで14%以上の耐力アップが得られ、溶体化処理後しごき加工およびその後の樹脂硬化時の加熱利用による析出硬化による350MPaで25%の耐力アップが得られた。

【0020】つぎに、本発明の各実施例に特有な部分を説明する。本発明の第1実施例は、パイプ材を用いた高強度容器製造方法である。本発明の第1実施例においては、図1に示すように、素材供給工程100が、アルミニウムシームレスパイプのアルミニウム素材10を供給する工程からなり、この状態で工程101で溶体化処理を施し、工程102でしごき加工を施し、成形工程103で一端にスピニング加工により口閉じ加工を施し、ついで他端にスピニング加工により口閉じ加工を施す。本発明の第1実施例では、パイプ材を利用するので、素材の入手が容易であり、かつ容易に継目なし素材を提供できる。

【0021】本発明の第2実施例は、板材を用いた高強度容器製造方法である。本発明の第2実施例においては、図2に示すように、素材供給工程100が、アルミニウム板材をスピニング加工またはプレス加工により継目なしのおわん型に絞り成形してアルミニウム素材10を供給する工程からなり、この状態で工程101で溶体化処理を施し、工程102でしごき加工を施し、成形工程103で開放端にスピニング加工により口閉じ加工を施す。本発明の第2実施例では、板材を利用するので、素材が安価で入手が容易であり、かつ成形を施して容易に継目なし素材を提供できる。

【0022】本発明の第3実施例は、棒材を用いた高強度容器製造方法である。本発明の第3実施例においては、図3に示すように、素材供給工程100が、アルミニウム棒材を後方押出成形（型内に棒材を入れ、棒材にポンチを押し入れることによりポンチと型との隙間に後方に素材を押し出しておわん側に成形すること）により継目なしのおわん型に成形してアルミニウム素材10を供給する工程からなり、この状態で工程101で溶体化処理を施し、工程102でしごき加工を施し、成形工程103で開放端にスピニング加工により口閉じ加工を施

す。本発明の第3実施例では、棒材を利用するので、素材が安価で入手が容易であり、かつ成形を施して容易に継目なし素材を提供できる。

【0023】本発明の第4実施例は、本発明の第1～第3実施例で製造したアルミニウム製ライナー11に、図5に示すように工程104でフィラメントを巻き、工程105で樹脂を含浸させ加熱・硬化させるとともに樹脂硬化の加熱時の熱を利用して、アルミニウム材料を加熱しアルミニウム材料中にMg、Si、Zn等の化合物を析出させることにより材料強度を高める、高強度容器製造方法である。工程105でのアルミニウム加熱の熱量は、たとえば、180℃×2～4Hr、または150℃×6～8Hrである。これによって、図6、図7に示すように、析出硬化により350MPa程度の材料耐力が得られ、従来の溶体化処理後時効処理の場合の280MPaに比べて25%の耐力向上が可能となった。

【0024】

【発明の効果】請求項1の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法によれば、溶体化処理後、塑性ひずみを付与することにより、従来の時効処理で得られた耐力に比べて耐力を向上させることができ、溶体化処理後の時効が不要となる。時効廃止により、作業時間、作業量が減少され、工程減、製造方法が単純化される。また、製造方法の単純化により塑性ひずみ付与工程で余分の厚みをつけることなく最終形状に仕上げるができること、および塑性ひずみ付与工程で従来の時効による耐力向上以上に耐力を出すことができること、により、板厚の最適化、低減をはかることができ、重量低減、コストダウンをはかることができる。また、溶体化処理により生じる容器の変形が、塑性ひずみ付与により矯正されることにより容器の最終形状まで残らず、高精度に加工できる。請求項2の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法によれば、塑性ひずみを、常温かそれ以上の温度で50%以上の板厚減少をしごき加工で付与するので、塑性ひずみ付与工程で約320MPa以上の耐力を得ることができる。請求項3の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法によれば、塑性ひずみを、125℃以上の温度でしごき加工することで付与するので、塑性ひずみ付与工程で約320MPa以上の耐力を得ることができる。請求項4の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法によれば、後工程の樹脂硬化時の供給熱量を制御し加えるので、アルミニウム材料中に析出効果を生じさせ、この析出効果により、塑性ひずみ付与で得られた耐力（請求項1の方法で得られた耐力）に比べて、アルミニウム材料の耐力をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法の工程図である。

【図2】本発明の第2実施例の高圧ガス容器のアルミニ

ウム製ライナーの製造方法の工程図である。

【図3】本発明の第3実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法の工程図である。

【図4】加工温度、ひずみ量（板厚減少率）と0.2%耐力との関係を示すグラフである。

【図5】本発明の第4実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法の工程図である。

【図6】本発明の第4実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法におけるアルミニウム材料の0.2%耐力とそれぞれの温度の保持時間との関係を示す試験結果のグラフである。

【図7】本発明の第4実施例の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナーの製造方法で得られる材料耐力を、ひずみ付与で得られる材料耐力および溶体化処理で得られる材料耐力と比較して示すグラフである。

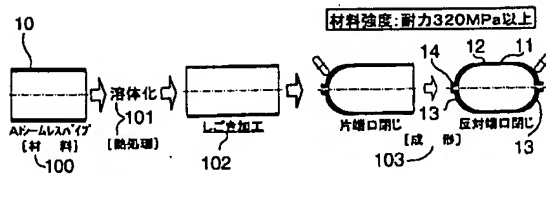
【図8】従来の高圧ガス容器のアルミニウム製ライナー

の製造方法の工程図である。

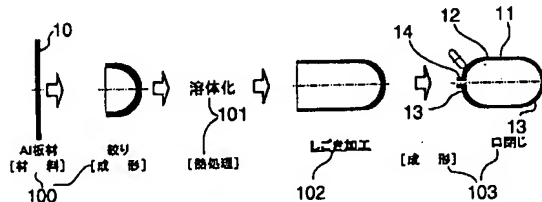
【符号の説明】

- 10 アルミニウム素材
- 11 アルミニウム製ライナー
- 12 円筒部
- 13 半球状部
- 14 端口部
- 15 強化繊維（フィラメント）
- 16 樹脂
- 100 アルミニウム素材の提供工程
- 101 溶体化工程
- 102 塑性ひずみ付与工程
- 103 容器成形工程
- 104 フィラメントワインディング工程
- 105 樹脂加熱・硬化工程（アルミニウム材料の析出硬化がある工程）

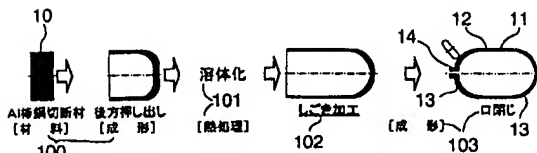
【図1】



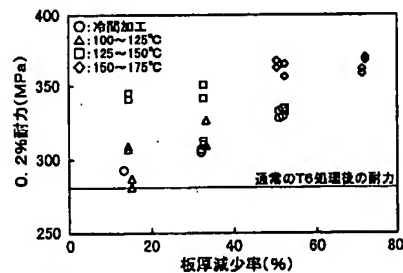
【図2】



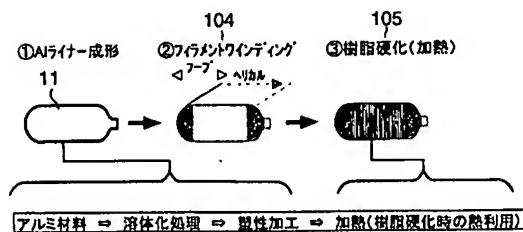
【図3】



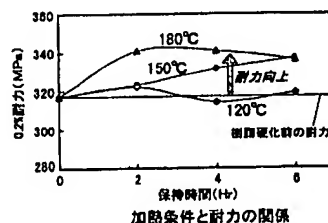
【図4】



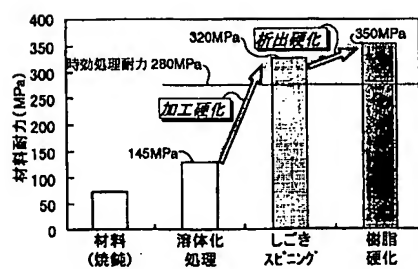
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

